

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-006155

(43)Date of publication of application : 09.01.2002

(51)Int.Cl.

G02B 6/12
G02B 6/293

(21)Application number : 2000-187539

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 19.06.2000

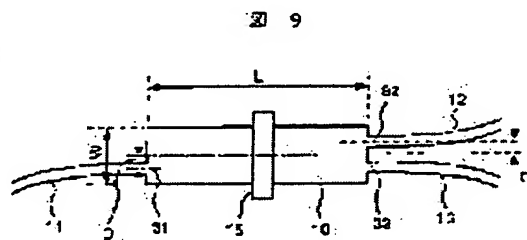
(72)Inventor : KINOSHITA TAIRA
IDO TATSUMI

(54) OPTICAL MULTIPLEXING-BRANCHING FILTER AND OPTICAL SYSTEM HAVING OPTICAL WAVEGUIDE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To construct an optical system having light-transmission characteristic at a low cost.

SOLUTION: A multiplexing-branching part is set as a multimode interference-type waveguide, and an incidence-side optical waveguide and a reflection-side optical waveguide constitute a structure having a prescribed interval at the spot where these waveguides are connected with the multimode interference-type optical waveguide. By providing the multimode interference-type optical waveguide with an optical filter and setting a multimode interference, the optical intensity distribution has a peak around the entrances of the radiation-side optical waveguide and the reflection-side optical waveguide.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

08.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

の光入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能とし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路であり、且つ前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす第2および第3の光導波路のいずれかに接続される光受光素子が、前記入力を行う光素子より濡れ光の分布の中心位置からずれて設置されたことを特徴とする光合分波器。

【請求項9】 第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の端面の所定の側面位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、前記第4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路であり、且つ前記第1より第3の光導波路の少なくとも一つに接続する発光部あるいは受光部を配置した、あるいは光スイッチもしくは光学フィルタも設けたことを特徴とする光導波路モジュール。

【請求項10】 請求項9に記載の光導波路モジュールに、集光回路もしくはプリアンプ等の電気信号処理手段を組み合わせた光通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本願発明は、光導波路を有する光システム、わけても、いわゆるマルチモード干涉(MMI: Multi-Mode Interference)型光導波路を有する光システムに関するものである。本願発明によれば、極めて良好な光合分波器を提供することが出来る。

【0002】

【従来の技術】 最近のインターネットを始めとするマルチメディア通信の発展に伴い、高速・大容量通信に向けて光波長多重(WDM: Wavelength Division Multiplexing)技術の研究が盛んとなっている。WDM通信システムを構築する上で重要となる光部品の一つに、複数の波長を有する光を合成もしくは分波する光合分波器がある。その中でも低コスト化・小型化かつ高機能化の観点から、基板上に石英(ガラス)やポリマ等から成る光導波路及び光合分波器を形成し光送受信器等を実装することで集積化を図る方法が注目されている。

【0003】 光合分波器としてはフィルタ型、方向性結合型あるいはマッシュベンダー干涉器型等が知られている。更に、モジュールの小型化に有利なフィルタの型については、例えば、日本国公開特許公報、特開平8-190026号(記事1)に記載された技術が知られている。

【0004】 図1は上記記事1に示されたフィルタ型光合分波器である。この光合分波器は直線光導波路、1及び2と交差させ、その交差部に光学フィルタ4を設けておる。この例では、光学フィルタ4の波長に対する透過および反射特性を利用してWDM信号を反射光と透過光に合分させる。即ち、本構造は、20°の角度で交差する2つの光導波路1と2の光軸の交点3が光学フィルタ4の等価的な反射中心面5上に合うように設計する必要がある。尚、図1において、光導波路1、2、および3の中心軸が各々符号6、7、及び8として示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 本願発明が解決すべき課題の第1は、マルチモード干涉型光導波路内に反射手段、例えば代表的には光学フィルタを設置し、その反射光を利用する光システムにおける、前記反射手段の設置位置のずれに対するトレランスを小さくすることである。即ち、反射手段の設置位置のずれに基づく、当該マルチモード干涉型光導波路の光の伝達特性の変化を極力小さなものとすることである。反射手段による反射光を用いる場合、反射手段の位置のずれは、少なくとも入射光の当該反射手段までの距離の2倍の光路となる。この位置のずれに対するトレランスを小さくすることが重要である。

【0006】 本願発明が解決すべき課題の第2は、マルチモード干涉型光導波路の相対する端面に設けた光導波路相互での光の濡れ光を防止することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本願発明の第1の課題を解決する代表的形態は、例えば、平面基板上に形成された複数の波長を有する信号光を合成または分波する光合分波器に供することが出来る。そして、本願発明によれば、前記第1および第2の課題を合わせて解決すること

とを可能とする。

【0008】 本願発明の代表的形態は、第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路の第1の端面に対向する第2の端面の所定の側面位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、前記第4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路である。光導波路を以下に光システムである。

【0009】 以上本願発明の原理を説明する。図7はマルチモード干涉型導波路における光の伝搬の状態を模式的に示したものである。マルチモード干涉型導波路10では、例えば第2の光導波路12から入射した信号光に、前記マルチモード干涉型光導波路10において多モード光に分解され、図7には0次、1次及び2次のモードのみが示されて、より高次のモードは図示が省略されている。さらに副励起された高次モード光はモード間で干渉し、前記マルチモード干涉型光導波路内に強度分布(干渉)を生じる。本願発明は、この現象を利用し、第2の光導波路12よりの入射光に対して、第1の光導波路11の入り口近傍での光の強度分布が山となるようにする。この構成によって、第2の光導波路12からの入射光に対してほとんど損失を生じずに再び光導波路11を導波させることができる。

【0010】 フィルタに関しての類推を考えれば、光学フィルタ15により反射した光についても、前述の構造と同様となり、同じ原理で信号光の伝播の様子で説明される。即ち、光導波路12からの入射光があった場合、マルチモード干涉型光導波路の構成によって、第1の光導波路13の入り口近傍の光の強度分布の山となるようにすれば、光導波路12からの入射光に対してほとんど損失を生じずに再び光導波路11を導波させることができる。

【0011】 なお、この場合2つの光導波路12と13は間隔を有しており、反射戻り光は十分に小さくできる。

【0012】 本例のように、本発明の光合分波器もしくは

は光導波路素子は、前記第1から第3のうちのいずれか一つ以上の光導波路から入射した信号光が、それぞれ前記マルチモード干涉型光導波路でマルチモード光として伝播した後、所定の波長を有する信号光が前記第1から第3のうちのいずれか一つ以上の光導波路と結合するように、前記マルチモード干涉型光導波路の長さ及び幅と、前記マルチモード干涉型光導波路の幅とを調整する。

【0013】 本発明の光合分波器もしくは光導波路素子は、前記マルチモード干涉型光導波路の長さしが1mmないし5mm、幅Wが25μmないし70μmの範囲が好ましい。

【0014】 また、本願発明の光合分波器もしくは光導波路素子は、第4の光導波路が前記マルチモード干涉型導波路と前記第1の光導波路側で接続する、もしくは前記第1から第4の光導波路以外に複数の光導波路が前記マルチモード干涉型導波路と接続してもよい。

【0015】 あるいは、前記光合分波器もしくは光導波路素子において、前記第1から第4の光導波路の全てもしくは一部の端面に、それぞれ発光素子もしくは受光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバとの接続手段を設けることを特徴とする、光送受信モジュールもしくは光受信モジュールもしくは光送受信モジュールもしくは光合分波器モジュールとしてもよい。

【0016】 更に、前記第2の課題である光クロストークの問題を解決するため、次の方策を加味することが有用である。

【0017】 第1に、本願発明の光合分波器もしくは光導波路素子は、前記第2及び第3の光導波路の光軸の延長線が前記マルチモード干涉型光導波路の外に交点を持つ、もしくは互いに平行であることを特徴とする。このような光合分波器もしくは光導波路素子を用いた光送受信モジュールは、前記光合分波器もしくは光導波路素子と、前記第1もしくは第4の光導波路の両方もしくは片方の端面に受光手段として設けた受光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバの接続手段と、前記第2もしくは第3の光導波路の両方もしくは片方の端面に送信手段として設けた発光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバとの接続手段で構成される。本光送受信モジュールにおいて、光学フィルタは前記第2及び第3の光導波路を導波する入射角度が0度に近い送信信号を反射するように調整する為、前記濡れ光の入射角は制御される。

【0018】 第2に、濡れ光は送信手段の端面と垂直な方向を中心とした分布を有するが、本発明では光導波路を任意の方向に曲げることが出来るので、第1もしくは第4の光導波路の両方もしくは片方を前記濡れ光の分布の中心方向から離れた方向へ曲げることにより濡れ光の影響を小さくすることが出来る。

【0019】 さらに、前記光合分波器もしくは光導波

もしくは切屑等の機械的加工を用いる為に、加工精度の向上が困難で、光導波路径に比べて光学フィルタの作製精度は無視できない程の大ききとなるのが実状である。この実質上の困難性が低損失な光合成分波器の製造歩留り低下を招き下させる要因となっている。そこで、光学フィルタ付光導波路を用いた光合成分波器の製造歩留りの向上には、フィルタ位置ずれのトレランスを増加させるような光合成分波器の構造が求められるのである。

【0028】次に、光のクロストークの問題について言及する。図4はこうした例を示す光送受信モジュールについて平面配置図である。図1に示した光合成分波器16にフォトダイオード50とレーザダイオード(LD)51を配置した構造を有する。光学フィルタ15は送信信号が有する波長の光を反射し、送信信号波長よりも長い受信信号が有する波長の光を透過するものを用いている。光送受信モジュールとする場合、LD等送信部で発生した漏れ光9が受信信号に影響を及ぼす光クロストークという問題が生じる。

【0029】LD51で発生した光は全てが導波路を伝播するわけではなく、LD導波路結合損失が生じてLDが出す光のうち一部は導波路と結合せずに導波路の外に散乱される。またLD光合成分波器間の曲がり導波路においても導波光の一部が放射光19として導波路外を伝播する。これらが漏れ光9となるが、その多くは光学フィルタ15に遮し、また光学フィルタへの入射角度は0とは異なる。

【0030】図5に光学フィルタの透過特性の例を、そして入射角度0が0の場合と、より大きい場合を例示した。図5の特性において、透過損失の大きい領域が、反射に用いられる領域に対応する。一般に光学フィルタは、図5の例に見られるように、入射光の入射角度が異なると反射帯域が変化しましたアインレーションも劣化する。前記図4の例では、本来導波路を導波する光を反射させる為に入射角0の光を反射するように設計した光学フィルタを用いる。従って、前記漏れ光の多くは入射角が前記のフィルタへの入射角0と異なる為に、これらの漏れ光の内、光学フィルタで遮断されずに透過する光も発生する。この透過した漏れ光がPD50に届くと、本来の受信信号にとっての雑音となった受信特性を劣化させる。

【0031】この対策としてフィルタへの入射角 θ を0度に近づけることが考えられる。この対策は、フィルタの位置ずれによる反射光の光軸と導波路軸のずれも0に近いと、それに伴づく損失増加は低減できる。また、逆に、漏れ光の入射角が0程度となりフィルタで遮断でき

る。【0032】しかし、この対策を図1の光合成分波器に適用すると、反射光が入射側の光導波路に戻るやくなるという、いわゆる反射戻り光の問題が新たに生じる。図6はこの問題を示す説明図である。前記の対策の実施

明に係るマルチモード干渉型光導波路が、マルチモードあるいはシングルモードでの光に対して同様の機能を実現するためである。このマルチモード干渉型光導波路の機能は、本願発明の基本的事項であり、以下、特にことわらない場合においても、本願明細書に示される発明の形態に考慮されることである。

【0040】従って、この形態を本願の第2の形態として例示すれば、それは、シングルモードでの光の伝播が可能で第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝播が可能で第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、前記第4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光の入力が前記第4の光導波路内の光の伝播によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光の入力に対応するシングルモードでの光の伝播を可能とし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光の入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路内の光の入力に対応するシングルモードでの光の伝播を可能となす。マルチモードでの光の伝播が可能で光導波路である光導波路を有する光システムである。

【0041】本願発明の第3の形態は、第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝播が可能で第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタと、を少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の前記第1の端面に接続する第2の端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路は、前記第1及び第2の端面から所定距離離れた2つの平面における光強度分布の規格化された各形状を備えた場合、前記各形状が相互に前記第4の光導波路の光の進行方向に於いて中心軸に対して幾何対称ないしは略幾何対称となっている光導波路である光導波路を有する光システムである。

【0042】本願発明の第5の形態は、第1の光導波路が、マルチモードでの光の伝播が可能で第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第4の光導波路の前記第1の端面に於いて第2の端面に第2、及び第3の光導波路がその接続位置において所定間隔で接続され、前記第4の光導波路内に光学フィルタが設置され、前記光学フィルタの入射面は、前記第1、第2、および第3の各

は、2つの光導波路1と2が重なる部分17を増加させる。この為、入射角 θ の低減には限界がある。従って、入射角の低減の方策は、有効な実質的な解決策とはなり得なかった。

【0033】本願発明はこうした諸問題を解決する。前述したように、本願発明のマルチモード干渉型光導波路は、入射側の光導波路より入射光がある場合、山側の光導波路の入り口近傍の光の強度分布の山となる為、前記入射光に対してほとんど損失を生じない。【0034】また、マルチモード干渉型光導波路に並置して設けられる入射側、及び反射光を射出側に導波する光導波路は、所定の個別位置に設置し、射出側へ導波するべき光のフィルタでの反射戻り光が、射出側に導波する光導波路に混入し雑音となる問題は避けることが出来る。

【0035】更に、後述するように、光学フィルタが、マルチモード干渉型光導波路に並置して設けられる光導波路を導波する入射角が0度に近い光信号を反射するようになされるので、光導波路において、更に漏れ光として発生する光の入射角は、透過を許さない角度となり、漏れ光のフィルタを通しての透過は阻止される。

【0036】以下に本願発明の主な発明の形態を列挙する。

【0037】光学フィルタを有する本願発明の形態は、本願の第1の形態は、第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝播が可能で第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第4の光導波路の第1の端面に前記第1の光導波路が接続され、前記第4の光導波路の第2の端面の所定の個別位置に前記第2及び第3の各光導波路が接続され、前記第4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光の入力が前記第4の光導波路内の光の伝播によって、前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光の入力に対応する光の伝播を可能とし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光の入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内の光の入力のない光導波路内に前記第2の波長の光の入力に対応する光の伝播を可能となすマルチモードでの光の伝播が可能である光導波路であることを特徴とする光導波路を有する光システムである。

【0038】前記第1、第2、及び第3の各光導波路は、シングルモードあるいはマルチモードでの光の伝播が可能で光導波路を用いることが出来る。光多重通信においては、多くはシングルモードの光を用いており、本願発明はこの目的に供していても有用である。

【0039】しかし、マルチモードの光を用いる場合においても、本願発明を用いることによって、好都合な光合成分波器機能を実現することが出来る。それは、本願発

光導波路の前記第4の光導波路への接続位置における当該第1、第2、および第3の各光導波路での光の波面と平行ないしは略平行であることを特徴とする光導波路を有する光システムである。

[0043] ここで、本願発明のマルチモード干渉型光導波路が、入射側の光導波路より入射光があった場合、出射側の光導波路の入り口近傍の光の強度分布の山となす構成について補足説明する。このことによつて、合わせて、マルチモード干渉型光導波路に並置して設けられる入射側、及び反射光を射出側に導波する光導波路は、所定の個別位置に設置すること、そして、このことによつて、透過すべき光のフィラタでの反射戻り光が、射出側に導波する光導波路に混入し雑音となる問題は避けられることが出来る旨が十分理解できるであらう。

[0044] マルチモード干渉型光導波路における光の伝搬の状態を示す図7を参照する。

[0045] ここで、信号光の波長を λ 、マルチモード干渉型光導波路の屈折率を n とする。前記 マルチモード干渉型光導波路の長さ L 、幅 W 、及び接合部に設けられる光導波路の中心軸とマルチモード干渉型光導波路の中心軸より位置 z との間隔は次の式によつて与えられる。尚、前記各光導波路の中心軸は光の進行方向に沿った中心軸である。

[0046] $L = \alpha (4nW) / 3\lambda$ 式 (1)
 $D = \beta W / 6$ 式 (2) α および β は補正係数である。

[0047] これらの関係を満たすことで、第1の光導波路11の入り口近傍が光の強度分布の山となり、光導波路12からの入射光に対してほとんど損失を生じずに再び光導波路11を導波させることが出来る。光学フィラタ15よりの反射に関しても同様を考えると前記の光導波路11の場合と全く同様である。

[0048] 即ち、透過光 (λ_1) と反射光 (λ_2) に対する光の進行方向に沿うマルチモード干渉型光導波路の距離を、各々 L 及び L' とすれば、

$L : L' = 1/\lambda_1 : 1/\lambda_2$ 式 (3)

の関係にある。

[0049] 更に、

$L = \alpha (4nW) / 3\lambda_1$ 式 (4)

$L' = \alpha (4nW) / 3\lambda_2$ 式 (5)

の関係にあることは容易に理解されるであらう。

[0050] 尚、この場合、光導波路のコア、クラッドの具体的な材料、具体的構造の理由等により、理論的に材料を補正する必要が生ずる。前記 α および β がこの補正係数である。この補正係数 α および β は、通例、いずれも概ね、1、5以内である。しかし、いずれにしても前記式(1)、式(2)を満足する光導波路を実現することが出来る。尚、ここで、前記マルチモード光導波路の振幅的な長さ L が1、5mmないし2、0mmの範囲、振幅的な幅 W が30 μ mないし40 μ mの

は略平行であることが、実用上、極めて好都合である。こうして、一方の光導波路、例えば、前記光導波路13から入射された光が前記光学フィラタに達しても、必要なら漏れ光として雑音を構成することはない。更に、各光導波路は任意の方向に曲げ用いることが出来る。これにより、各光導波路を漏れ光の分布する領域から反し、雑音の発生を抑制することが可能である。この利点は、より大きな光システムの構築の設計を容易にする。

[0057] 本願発明の別な形態によれば、前記第4の光導波路が前記マルチモード干渉型導波路と前記第1の光導波路間に接続する、もしくは前記第1から第4の光導波路の外に複数の光導波路が前記マルチモード干渉型導波路と接続するなど、具体的な用途の目的に応じて種々応用形態を考案することが出来る。

[0058] 更に、本願発明の別な形態によれば、前記第1から第4の光導波路の全てもしくは一部の端面に、それぞれ発光素子もしくは受光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバとの接続手段を設けることが出来る。こうして、所望の光送信モジュールもしくは光受信モジュールを得ることが出来る。こうした、光受信モジュール、光送信モジュールもしくは光合成分波器の具体例は後述される。又、こうした発光素子や受光素子は、前記第1から第4の各光導波路に代えて、直接マルチモード干渉型導波路に接続することが出来る。この方法は介在する光導波路による光の吸収を避ける点で好ましく、勿論、マルチモード干渉型導波路と、別個の光導波路を介してこれらが発光、受光素子とを接続することが出来る。

[0059] 本例の代表的な例を示せば、それは、第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィラタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の前記第1の端面に前記第2の端面に前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2および第3の光導波路の第1の端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィラタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光入力に対応する光の伝搬が可能となし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光入力が入力方向の光の伝搬を介して、前記第2および第3の光導波路の内の光入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬が可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能となる光導波路であり、且つ前記第1より第3の光導波路の少な

くとも一つに接続する発光部あるいは受光部の設置した、あるいは前記第1より第3の光導波路の少なくとも一つに代えて発光部あるいは受光部を設置したことを特徴とする光導波路を有する光システムであると言いうことが出来る。

[0060] こうした光合成分波器もしくは光導波路素子を用いた光受信モジュールの場合にも、次の構成によつて、漏れ光の発生を抑制することが出来る。即ち、前記送信手段で作られた送信信号の一部で前記送信手段と接続した光導波路の外部を伝播する漏れ光の波面が前記光学フィラタの作る平面と平行あるいは略平行であることにより、前記漏れ光が遮断される。

[0061] 従つて、このような例の代表的な形態は、光合成分波器もしくは光導波路素子と、前記第1もしくは第4の光導波路の両方もしくは片方の端面に受光手段として設けた受光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバとの接続手段と、前記第2もしくは第3の光導波路の両方もしくは片方の端面に送信手段として設けた発光素子もしくは光ファイバもしくは光ファイバとの接続手段とを構成され、前記送信手段で作られた送信信号の一部で前記送信手段と接続した光導波路の外部を伝播する漏れ光の波面が前記光学フィラタの作る平面と平行あるいは略平行であることにより、前記漏れ光が遮断されることを特徴とする光受信モジュールであると言いうことが出来る。

[0062] 更に、本願発明の別な形態によれば、次のような光送信モジュール、光受信モジュール、光受信モジュールもしくは光合成分波器モジュールを実現することが出来る。即ち、これらの光送信モジュール、光受信モジュール、光受信モジュールもしくは光合成分波器モジュールに、前記漏れ光を遮断する為、前記光学フィラタ以外に1個以上の光学フィラタを設ける、もしくは前記第1から第4の光導波路及び前記複数の光導波路以外に1個以上の導波路もしくは導波路素子もしくはクラッドと屈折率の異なる部材を設けることがより有効である。

[0063] 更に、本願発明の係る光合成分波器もしくは光導波路素子に、発光素子もしくは受光素子もしくは光スイッチもしくは光学フィラタもしくは光増幅器もしくは光変調器等の複数の光素子とを組み合わせた信号光を多段階で処理することが可能である。

[0064] 更に、本願発明に係る光合成分波器もしくは光導波路素子を複数用いて、発光素子もしくは受光素子もしくは光スイッチもしくは光学フィラタもしくは光増幅器もしくは光変調器等の複数の光素子とを組み合わせた信号光を多段階で処理することが可能である。

[0065] 更に、本願発明に係る光信号処理手段に、集積回路もしくはプリアンプ等の電気信号処理手段を組み合わせた光通信モジュール、あるいは光通信装置に供することが出来る。

【0066】 光学フィルタを有さない本発明の諸形態
次に、本願の別な形態として、これまで説明してきた光
導波路を有する光システムにおいて、前記光学フィルタ
を配置する前の構成も直近な形態である。勿論、光導
波路を有する光システムを光合分波器あるいは光送信モ
ジュール、受光モジュール、光送受信モジュールとし
て用いる場合には、所定の特性の光学システムを配置する
必要があることは言うまでもない。しかし、本願に係る
光導波路を有する光システムを、実際に用いるに当って
は、頭部、光学フィルタを設けない形態でまず、単純
し、それから光学フィルタを挿入設置することも実際の
である。図20は、基板20に光学フィルタ15が配置
された状態をしめす拡大断面図である。図20の例は、
基板20上に第1及び第2のクラッド層21、23が形
成され、フィルタ挿入用の層24が設けられている。フ
ィルタ15は接着層95で固定される。尚、この断面図
はコア領域を含まない部分の断面図である。

【0067】 従って、本形態の代表的な形態は、第1、
第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝
播が可能で第4の光導波路と、前記第4の光導波路内に
光学フィルタを当該第4の光導波路内の光の進行方向に
交差して設置する為の手段とを少なくとも有し、前記第
4の光導波路の第1の端部に前記第1の光導波路が接続
され、前記第4の光導波路の第2の端部の所定の個別位
置に前記第2及び第3の各光導波路が接続され、前記第
4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいず
れかの光導波路からの第1の波長の入射光が前記第4の
光導波路内の光の伝播によって、前記第1の光導波路内
に前記第1の波長の入射光に対応する光の伝播を可能と
なし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの
光導波路からの第2の波長の入射光が前記光学フィルタ
での反射を介して、前記第2および第3の光導波路の内
部の光入射のない光導波路内に前記第2の波長の入射光に
対応する光の伝播を可能とせずマルチモードでの光の伝
播が可能である光導波路であることを特徴とする光導波
路を有する光システムであることが出来る。

【0068】 本願のこの光学フィルタを配置する以前の
諸形態は、光学フィルタを配置した前記した全ての諸形
態に考えることが可能である。従って、更なる説明およ
び諸形態の列挙は省略する。

【0069】 発明の実施の諸形態

次に、本願発明の具体的な実施の諸形態を、
【0070】 図8は本発明の第1の実施例である光合分
波器の実施形態を示す斜視図である。図9はその合成分
波部の拡大断面図である。

【0071】 所定の基板、例えばシリコン (Si) 基板
20上に、屈折率の異なる2種類のフッ素化ポリイミド
屈折率を用いて光導波路を形成する。この光導波路は、少
なくとも、第1のクラッド層21、コア領域22、そし
て第2のクラッド層23を有して構成される。ここで、

24はフィルタ挿入用の層である。このとき、各層の厚
さの例を示せば、下層クラッド層21の厚さは5 μ m、
コア22の厚さは6.5 μ m、上部クラッド層23の厚
さは15 μ mである。コアとクラッドとの屈折率比は
0.3%とした。合成分波部は、少なくともマルチモー
ド干渉型導波路10と第1の光導波路11、第2の光導波
路12、及び第3の光導波路13を有する。マルチモー
ド干渉型導波路の幅Wは25 μ m、長さLは1200 μ
m、光導波路の間隔Dは5 μ mである。又、3つの光導
波路の幅は6.5 μ mとした。

【0072】 光学フィルタ15は入射角0度の光に対し
て波長1.3 μ mの光を反射し、且つ波長1.5 μ mの光
を透過する誘電体多層膜フィルタ15が用いられた。そ
の厚さは15 μ mである。この誘電体多層膜フィルタ自
体を通例のものをを用いて十分である。そして、マルチモ
ード干渉型導波路の中央部に、幅15 μ mの層24に挿
入し、UV (Ultra-Violet) 硬化材95を
用いて固定した。この層24は、例えばダイシングソー
によって形成することが出来る。第2及び第3の光導波
路12、13はマルチモード干渉型導波路との接続部3
2及び33において互いに平行あるいは略平行となつて
いる。

【0073】 図19に光学フィルタ15が基板20に装
着された状態の断面図を示す。符号24はこの反射手段
を配置する為の溝である。符号21、23は各々当該光
導波路のクラッド層を示している。反射手段15の固定
には接着層95が用いられた。

【0074】 尚、図10、図14、及び図15に図8と
類似の光導波路の構成が示される。そして、この構造は
図8と類似の屈折率構造を有する。しかし、こうした光導
波路の構成自体は通例のもので十分である。従って、以
下の図面は、個別の屈折率を詳細な図示を省略する。

【0075】 第2及び第3の光導波路12、13が接続
部32、33で平行となることによって、マルチモード
干渉型導波路内に励起されたマルチモード光の光軸が前
記光学フィルタに対して垂直となる。その結果、フィ
ルタ15に位置ずれが生じて、このフィルタ15の反射
光の光軸と導波路の光軸は全く生じない。

【0076】 ここで、前記光学フィルタは誘電体多層膜
フィルタとに限らず、例えばダイシング溝24等の光学
系子であつてもよい。図10では他の部材は図8と同様
なので、詳細説明は省略する。

【0077】 本願発明に係る光導波路を有する光システ
ムは、光合分波器への入射する複数の光導波路、及び光
合成分波部より出力される複数の光導波路をそれぞれ有す
る形態も取ることが出来る。上記複数の光導波路がい
ずれもシングル・モードの光導波路、又、光合分波器がマ
ルチモード干渉型光導波路を有する光合分波器であるこ
とは言うまでもない。

【0078】 図11はこうした一例を示す光合分波器部
分の平面図である。この例はマルチモード干渉型導波路
10の入射側に複数の、具体的には2つの光導波路12、
13が設けられている。一方、マルチモード干渉型導波
路10の出力側に複数の、具体的には2つの光導波路1
1、14が設けられている。図11は第4の光導波路1
4が符号34の位置に設けられ外は、図9と同等
であるので、同じ部材、部材は同じ符号を用いている。
【0079】 もちろん、さらに複数の光導波路がマルチ
モード干渉型導波路と接続して、複数の光合分波器であ
つてもよいことは言うまでもない。

【0080】 本願発明に係る構造と図1に示す従来の構
造の光合分波器について、フィルタ部に関する製造トレ
ランスを比較した。

【0081】 図12はフィルタの位置ずれによる反射光
の損失増加量を示す。縦軸はフィルタの位置ずれの距
離、横軸は反射光の損失増加量の例を示す。曲線35は
本実施例の場合また曲線36は従来の構造の場合の特性を
表す。設計上許容される損失として例えば0.2dB程
度とすると、トレランスは従来の構造が1 μ mであるのに
対し本実施例では10 μ m程度となる。このように、従
来構造と比較して、充分大きな製造トレランスを要する
ことが出来る。

【0082】 更に、ここで、本例におけるフィルタの位
置ずれに対する損失増加は、反射光の光軸と導波路の
ずれによるのではなく、マルチモード干渉型導波路内
のマルチモード光の干渉による強度分布に起因すること
を指摘しておくなければならない。

【0083】 図13は、マルチモード干渉型導波路の長
さを変化させたときの強度 (損失) 変化を示す。縦軸
はマルチモード干渉型導波路の長さ、横軸は損失を示
している。ここで、曲線37と曲線38はそれぞれ図7
において第2の光導波路12から入射させたシングルモ
ード光の第1の光導波路11及び第4の光導波路14と
マルチモード干渉型導波路10との接続部31及び34
における損失量を表す。両者の強度のピークが2400
 μ m程度で周期的に現れることがわかる。

【0084】 従って、前述の図12をもつて示したフィ
ルタの位置ずれに対する損失増加に対して、図13に例
示したマルチモード干渉型導波路内でのマルチモード光
の干渉による強度分布に起因する損失が含まれることと
なる。その損失の周期によって、フィルタの位置ずれに
対する損失増加に対する、マルチモード光の干渉による
強度分布に起因する損失の割合が高くなる。わけても、
本願発明の例では、反射光に基づく損失が基本的にな
く、フィルタの位置ずれに対する損失増加は、このマル
チモード光の干渉による強度分布に起因する損失による
ものである。

【0085】 次に、波長多重通信への、本願発明の光導
波路を有する光システムの適用例を例示する。

【0086】 図14は本発明の第2の実施例である光合
分波モジュールの実施形態を示す斜視図である。第1の
実施例として例示した光合分波器に対して、その3つの
光導波路の端部に光ファイバを配置するためのV溝4
1、42、43を形成した。このV溝41、42、43
は、シリコン基板20に、通例の結晶面に対する異方性
食刻の技術を用いて容易に形成することが出来る。そし
て、この溝は光ファイバの位置設定に極めて実用的であ
る。

【0087】 本実施例は、例えば、次のように用いるこ
とが出来る。例えば、光学フィルタ15として、波長
1.3 μ mの光を透過し波長1.5 μ mの光を反射する光
学ファイバを用いた場合を検討する。光ファイバ46か
ら波長1.3 μ mと1.5 μ mの波長多重光を入射する。
この波長多重光は、光学フィルタ15で波長1.3 μ m
の光が透過され、一方1.5 μ mの光は反射される。従
って、波長1.3 μ mの光は光ファイバ44に入射す
る。他方、1.5 μ mの反射光は光ファイバ45に入射
する。こうして、一つの波長多重光から、1.3 μ mも
しくは1.5 μ mの各波長を有する信号光をそれぞれ光
ファイバ44と45に分送することが出来る。

【0088】 また、出入射を逆転すれば合波器としても
機能することは言うまでもない。

【0089】 尚、光ファイバ接続はV溝に限らず、導波
路基板に接続用の台を設けて光ファイバと接点により
接合する等他の手段によるものであつてもよい。

【0090】 図15は本発明の第3の実施例である光送
受信モジュールの実施形態を示す斜視図である。即ち、
本例は、本願の光導波路を有する光システムが、光の発
光素子及び受光素子をつつの基板上に搭載して設けた例を
示す。この例は光の送受信器の実質的な形態として用い
易く有用である。

【0091】 第1の実施例として例示した光合分波器の
シリコン基板20に、受光素子であるフォトダイオード
51及び発光素子であるレーザダイオード52を配置
した。即ち、シリコン基板20上にこれまでの例と同様
に、光導波路の高のポリマーの多層膜を形成する。そし
て、その所定部分のポリマーを除去してSi基板20を露
出させて、そのポリマーの除去は通例のドライエッチン
グを用いて十分である。このシリコン基板20上の所定位置
に当接発光、受光素子の各々の第1の電極、52、及び
トダイオード51を接続し、第3の光導波路の端部にレ
ーザダイオード52を接続した。前記電極と発光、受
光の各素子の相互の間は平坦化によって接続した。尚、図
において、発光、受光の各素子の各第2の電極は省略さ
れている。その他の構成は前記の第1の実施例と同様で
ある。従って、同一部分、部材は同一符号をもつて示さ
れている。

【0092】 図16は、本発明の第4の実施例である光

送受信モジュールの実施形態を示す斜視図である。本例は前記第3の実施例において、フォトダイオード51及び53をマルチモード導波路10に関して光導波路12側へ移動させ、更に光導波路11の曲がり方向を変更した例を示す。本変更によりレーザダイオード52で発生した光のうち光導波路13と結合出来なかつた漏れ光の分布中心から、受信部が離れることにより漏れ光の影響を小さくすることが出来る。

【0093】尚、フォトダイオード及びレーザダイオードの配置の方法は本実施例の組み合わせは限定されない。勿論、発光、受光の各素子のいずれか一方だけを、前記シリコン基板上に搭載した形態も、勿論目的によって用いることが出来ることは言うまでもない。更に、必要に応じて、3個以上の発光、受光の各素子を搭載した形態も取り得ることは言うまでもない。

【0094】次に、本願の光導波路を有する光システムが、光増幅器に用いられた例を示す。

【0095】図17は本発明の第4の実施例である光増幅器の実施形態を示す平面図である。2つのSi基板、80、81上に光合成分波器5を1つずつ形成し、そして、片方のシリコン基板80上にはポンプ用レーザダイオード50を設置した。尚、前記光合成分波器5は、例えば前記実施例1に示した構成を用いて十分である。また2つの基板間には、例えば長さ1mm程度のエルビウムドープファイバ（一般にファイバ増幅器とも称す）57でつなぐ。

【0096】光ファイバ58から入射した光は、波長の異なるレーザダイオード56からの光と合波し、エルビウムドープファイバ57で増幅される。そして、この増幅された光は、再び、異なる波長成分に分波され、所望波長の光がファイバ59より出射する。こうして、ファイバ58より入射した光が増幅され、増幅された所望の波長の光を、ファイバ59より得ることが出来る。

【0097】更に、本願の光導波路を有する光システムが、光受信モジュールに用いられた例を示す。

【0098】図18は本発明の第5の実施例である光受信モジュールの実施形態を示す基本的な平面図である。本例は、本願発明を光受信モジュールに適用した例である。この光受信モジュールは、波長多重信号光を各波長毎に分波し、これらをおのおのその波長に適した受光素子で受光するものである。

【0099】本例の基本構成は次の通りである。光ファイバ65からの光信号を2つのフィルタ63、64によって所望の波長に光を選択する。そして、この選択された波長の光は、そのフィルタの透過面に設けられた光受光素子62-1、62-2、62-3、62-4、62-5、62-6によって検知される。

【0100】図18を参照すれば、これまでの諸例と同様に、Si基板上に光合成分波器60とそれらを結ぶ光導

波路61を複数形成する。そして、各合成分波器の透過端に複数のフォトダイオード62-1、62-2、62-3、62-4、62-5、62-6を配置した。光導波路61の一方の端面、即ち入射光導波路は光導波路65に接続され、この光導波路65、例えば光ファイバは当該光受信モジュールへの光入力を導波する。前記光合成分波器60は、例えば前記実施例1に示した構造を用いて十分である。この例では、マルチモード干渉型光導波路90に一方の端面に直接受光素子62-1が設けられている例である。マルチモード干渉型光導波路90とこの内部に設けた光ファイバ63、マルチモード干渉型光導波路90の一方の端面に配置された光導波路91、92によって本願発明に係る光システムの基本形態が構成される。従って、図17に示された例は、6つの本願発明に係る光システムが縦に接続された形態である。尚、図17では、説明の簡明上、光導波路91、92のみ個別の符号を付し、その他は符号61を付した。が基本的に同様の光導波路である。

【0101】尚、光ファイバ63、あるいは64は複数の光システムに共通する物理的形態をもつて構成されている。しかし、光ファイバ63、64は位置によって反射・透過の波長特性が変化するものを用いる。この光ファイバ63、64は、その光合成分波器60に対応する位置の反射・透過特性が当該光システムでの所望の波長を透過するように設計されている。反射・透過特性が変化する光ファイバの具体的な例はフィルタの入射、透過の面を構成する2つの面の間隔を変化させたものである。あるいは、所定の位置のフィルタ材料を別異の材料を用いることも可能である。尚、本例では、透過・反射特性が場所によって変化する光ファイバを2枚用いるが、これら所望場所に対応する各特性を有する光ファイバを複数個用いることも当然可能である。この場合、光ファイバの特性はその厚さを変化させることによって達成することが出来る。

【0102】本モジュールは、光ファイバから入射した波長多重信号光を各合成分波器1波長ずつ順に分波し、各フォトダイオードで受光することができ、

【0103】第6の実施例は、本願発明の光の送受信が可能で光通信モジュールへの適用例である。

【0104】図19は本発明の第6の実施例である光通信モジュールの概略を示す平面図である。尚、図は主要部材の基本配置を示す。光送受信モジュール66は前記第3の実施例に示した構造を用いた。本光通信モジュールは、送信用IC67や受信用IC68、また温度を制御する為のバルチエ素子69を組み合わせて用いられた。本モジュールにより、光ファイバ70より受信した電信号をデジタル電気信号に変換し、また反対に生成した電信号を同じ光ファイバより光信号として送信することが出来る。本実施例は送信用と受信用のICを別体としたが、一体としてもよいし逆に増幅器やAPC

等を分けて設置してもよいことは言うまでもない。

【0105】本発明の実施例は特に、Si基板上にフッ素化ポリイミドを用いて合成分波器もしくは合成分波モジュールを製作することによって述べたが、当然のことながら、基板はSiではなく石英等他の材料であってもよいし、光導波路はフッ素化ポリイミドではなく他のポリマーや石英等の材料であってもよいことは言うまでもない。

【0106】本発明の実施例は特に、波長1.3μmの光を透過、波長1.5μmの光を反射する光学フィルタを用いた合成分波器もしくは合成分波モジュールを製作することによって述べたが、光学フィルタは波長特性の異なるものでもよく、その場合他の波長を有する波長多重光を合成分波することも可能であることは言うまでもない。

【0107】以上、本願発明を詳細に説明したが、本発明はマルチモード干渉型導波路を反射構造に用いた光合成分波器もしくはそれらを用いた光送受信モジュールに関するものであり、光合成分波器の入射・反射導波路はマルチモード干渉型導波路との接続部において平行であることと特徴としている。

【0108】その結果、フィルタの位置ずれによる損失増加はマルチモード干渉型導波路における干渉の周期的みに起因し、フィルタ面の製造トランサンスが大きなる。従って歩留りが向上しコストを低減できる。また、反射角0度のフィルタを使用できることから漏れ光が充つて受光素子の受信感度等の損失設計に余裕が生まれる。

【0109】

【発明の効果】本願発明によれば、安価に光導波路を有する光システムに十分安定した光伝達特性を与えることが出来る。

【0110】本願発明によれば、製造歩留の低い光導波路を有する光システムを提供することが出来る。

【0111】本願発明は、マルチモード干渉型光導波路の相対する端面に設けた光導波路出五での光の漏れ光を防止することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は従来の技術による光合成分波部分の概略平面図である。

【図2】図2は光学フィルタのすれの状態を説明する光合成分波部分の概略平面図である。

【図3】図3は従来の構造における、光学フィルタの位置ずれと反射光の損失増加の関係を説明する図である。

【図4】図4は従来の構造になる別な光システムを示す概略平面図である。

【図5】図5は入射角の異なる光に対する光学フィルタの透過特性を示す図である。

【図6】図6は従来の構造の光合成分波器における0度

に近づけたときの構造を示す平面図である。
【図7】図7は本願発明の光合成分波器部分のマルチモード干渉を模式的に示す平面図である。

【図8】図8は本願発明の第1の実施例である光合成分波器部分を示す斜視図である。

【図9】図9は本願発明の第1の実施例である光合成分波器部分の平面図である。

【図10】図10は光学フィルタを設置する前の光システムの斜視図である。

【図11】図11は光学フィルタを設置する前の光システムの拡大平面図である。

【図12】図12は本願発明の第1の実施例と従来の構造の光合成分波器部分について、フィルタの位置ずれと反射光損失の関係を示す図である。

【図13】図13はマルチモード干渉型導波路の良さと光強度の関係を説明する図である。

【図14】図14は本願発明の第2の実施例である光合成分波モジュールを示す斜視図である。

【図15】図15は本願発明の第3の実施例である光送受信モジュールを示す斜視図である。

【図16】図16は本願発明の第3の実施例である光送受信モジュールを示す概略平面図である。

【図17】図17は本願発明の第4の実施例である光導波路モジュールを示す斜視図である。

【図18】図18は本発明の第5の実施例である光受信モジュールを示す概略平面図である。

【図19】図19は本願発明の第6の実施例である光通信モジュールの各部材の配置を示す図である。

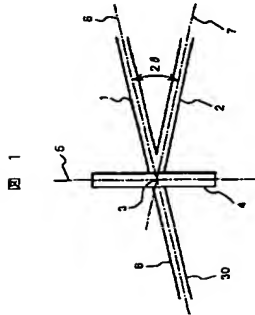
【図20】図20は光学フィルタの設置を説明する断面図である。

【符号の説明】

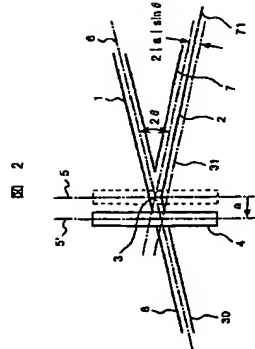
1：光導波路（入射側光導波路）、2：光導波路（反射側光導波路）、3：光導波路1及び2それぞれの光軸の交点、4：光学フィルタ、5：光学フィルタの端面の反射中心面、6：入射側光導波路の軸、7：反射側光導波路の軸、8：フィルタ位置がずれたときの反射光の光軸、9：漏れ光、10：マルチモード干渉型光導波路、11：第1の光導波路、12：第2の光導波路、13：第3の光導波路、14：第4の光導波路、15：光学フィルタ、16：従来の構造の光合成分波器、17：光導波路1及び2の重なり部分、18：反射側光、20：基板（例えば、Si基板）、21：下部クラッド層、22：コア層、23：上部クラッド層、24：マルチモード干渉型導波路と第1の光導波路の結合部、25：マルチモード干渉型導波路と第2の光導波路の結合部、26：マルチモード干渉型導波路と第3の光導波路の結合部、27：マルチモード干渉型導波路と第4の光導波路の結合部、28：本実施例におけるフィルタの位置ずれによる反射光の損失増加量、29：従来の構造の光合成分波器におけるフィルタの位置ずれによる反射光の損失増加量、3

0 : 第2の光導波路12からシングルモード光を入射した光の接合部31における損失、31 : 第2の光導波路12からシングルモード光を入射した光の接合部34における損失、32 : 光ファイバ設置用のV溝、33 : 光ファイバ設置用のV溝、34 : 光ファイバ設置用のV溝、35 : フォトダイオード、36 : レーザダイオード、37 : フォトダイオード用電極、38 : レーザダイオード用電極、39 : 第1の実施例である光合波器、40 : 光合分波器間を結ぶ光導波路、41 : 複数のフォトダイオード、42 : 光学フィルタ、43 : 光学フィルタ、44 : 光ファイバ、45 : 光導波路モジュール、46 : 送信用IC、47 : 受信用IC、48 : ベルチカル素子、49光ファイバ。

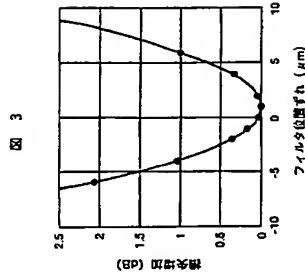
【図1】



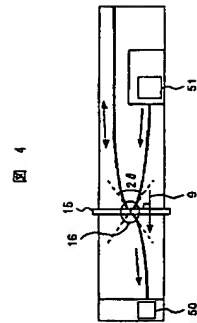
【図2】



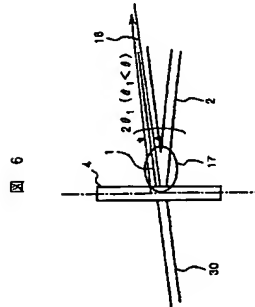
【図3】



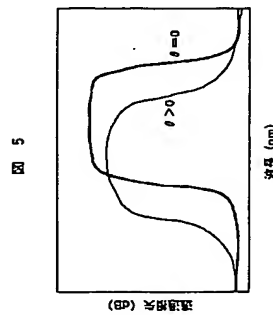
【図4】



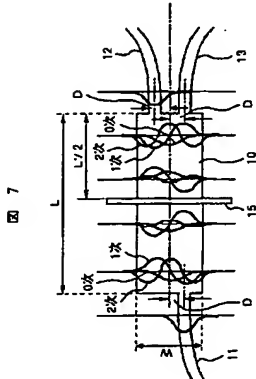
【図6】



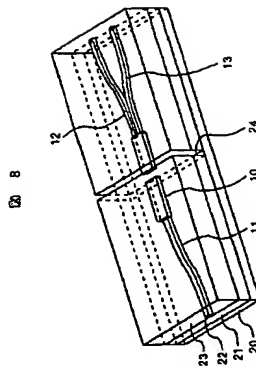
【図5】



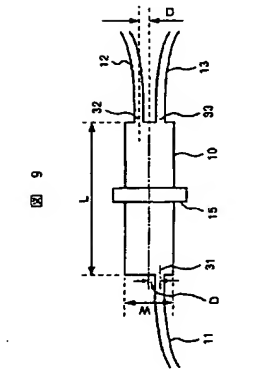
【図7】



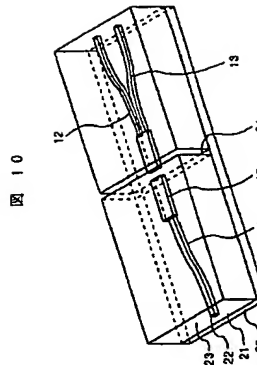
【図8】



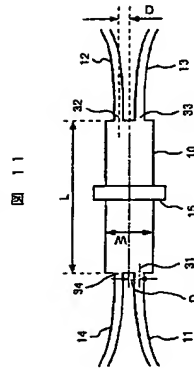
【図9】



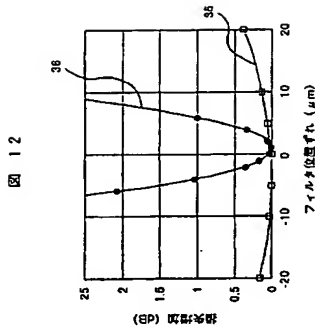
【図10】



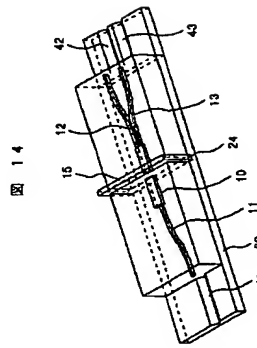
【図11】



【図12】

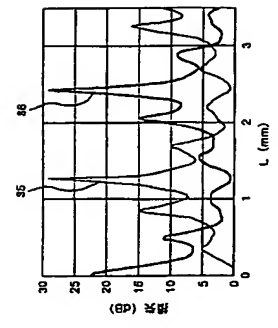


【図14】



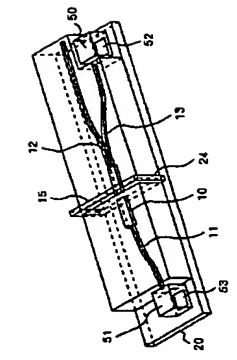
【図13】

図 13



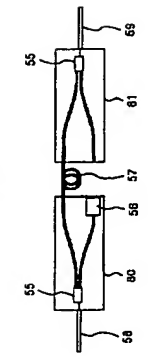
【図15】

図 15



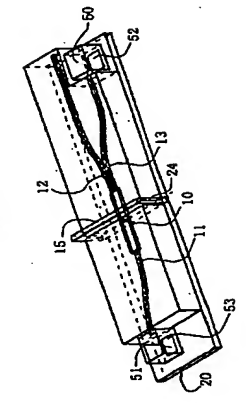
【図17】

図 17



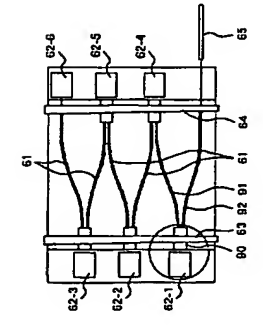
【図16】

図 16



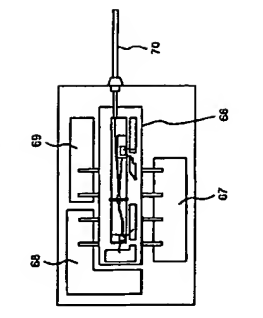
【図18】

図 18



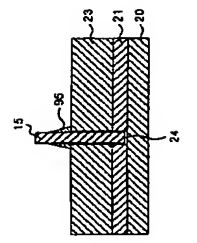
【図19】

図 19



【図20】

図 20



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第6部門第2区分
【発行日】平成17年2月17日(2005. 2. 17)
【公開番号】特開2002-6155(P2002-6155A)
【公開日】平成14年1月9日(2002. 1. 9)
【出願番号】特願2000-187539(P2000-187539)
【国際特許分類第7版】

G02B 6/12
G02B 6/293
【F11】
G02B 6/12 F
G02B 6/28 C

【手続補正書】
【提出日】平成16年3月8日(2004. 3. 8)
【手続補正1】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】発明の名称
【補正方法】変更
【補正の内容】
【発明の名称】光合分波器、光導波路モジュールおよび光通信装置
【手続補正2】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】特許請求の範囲
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項1】

第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面と対向する第2の端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路から第1の波長の光が入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光の入力に対応する光の伝搬を可能とし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光が入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路からの第2の波長の光が入力が前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路であることを特徴とする光合分波器。

【請求項2】
第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタと、を少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面と対向する第2の端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路は、前記第1及び第2の端面から所定距離離れた2つの平面における光強度分布の規格化された各形状を重ねた場合、前記各形状が相互に前記第4の光導波路の光の進行方向に沿う中心軸に対して線対称ないしは略線対

称となっている光導波路であることを特徴とする光合分波器。

【請求項3】
第1の光導波路が、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第4の光導波路の前記第1の端面に対向する第2の端面に第2、及び第3の光導波路がその接続位置において所定間隔で接続され、前記第4の光導波路内に光学フィルタが設置され、前記光学フィルタの入射面は、前記第1、第2、および第3の各光導波路の前記第4の光導波路への接続位置における当該第1、第2、および第3の各光導波路での光の波面と平行ないしは略平行であることを特徴とする光合分波器。

【請求項4】
前記第1、第2、及び第3の光導波路がシングルモードでの光の伝搬が可能な光導波路であることを特徴とする請求項1より請求項3のいずれかに記載の光合分波器。

【請求項5】
前記第4の光導波路の光の進行方向の長さが1mmより5mmの範囲、幅が25μmより70μmの範囲にあることを特徴とする請求項1より請求項4のいずれかに記載の光合分波器。

【請求項6】
第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の前記第1の端面と対向する第2の端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、前記第4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光が入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光の入力に対応する光の伝搬を可能とし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光が入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路内の光の入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路であり、且つ前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす第2および第3の光導波路のいずれかに接続される光受光器が、前記光入力を行う光素子よりの漏れ光の分布の中心位置からずれて設置されたことを特徴とする光合分波器。

【請求項7】
第1、第2、及び第3の光導波路と、マルチモードでの光の伝搬が可能な第4の光導波路と、前記第4の光導波路内の光の進行方向に交差して設けられた光学フィルタとを少なくとも有し、前記第1の光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面に接続され、前記第2及び第3の各光導波路が前記第4の光導波路の第1の端面と対向する第2の端面の所定の個別位置に接続され、前記第4の光導波路の第1の端面および第2の端面は各々当該第4の光導波路内の光の進行方向と交差する端面であり、前記第4の光導波路は、前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第1の波長の光が入力が前記第4の光導波路内の光の伝搬によって、前記光学フィルタを透過した上で前記第1の光導波路内に前記第1の波長の光の入力に対応する光の伝搬を可能とし、且つ前記第2および第3の光導波路のいずれかの光導波路からの第2の波長の光が入力が前記光学フィルタでの反射を介して、前記第2および第3の光導波路内の光の入力のない光導波路内に前記第2の波長の光入力に対応する光の伝搬を可能となす、マルチモードでの光の伝搬が可能な光導波路であり、且つ前記第1より第3の光導波路の少なくとも一つに接続する発光部あるいは受光部の設置した、あるいは前記第1より第3の光導波路の少なくとも一つに代えて発光部あるいは受光部を設置した、あるいは光スイッチもしくは光学フィルタもしくは光増幅器もしくは光変調器等の光素子を組み合わせたことを特徴とする光導波路モジュール。

【請求項8】
請求項7に記載の光導波路モジュールに、集積回路もしくはブリアンプ等の電気信号処理

手段を組み合わせた光通信装置。

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-139641
(P2002-139641A)

(43) 公開日 平成14年5月17日 (2002.5.17)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	7-33-1 (参考)
G 0 2 B	6/13	G 0 2 B	2 H 0 3 7
	6/122		M 2 H 0 4 7
	6/30		A

審査請求 未請求 請求項の数10 OL (全15頁)

(21) 出願番号	特願2000-334196 (P2000-334196)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所
(22) 出願日	平成12年11月1日 (2000.11.1)	(72) 発明者	井戸 立身 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
		(72) 発明者	株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	奈良 高光 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
		(72) 発明者	株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	東京都小平市上木町5丁目22番1号 株 式会社日立エル・エス・アイ・システムズ内
		(74) 代理人	10006504 弁理士 小川 勝男 (外2名)

最終頁に続く

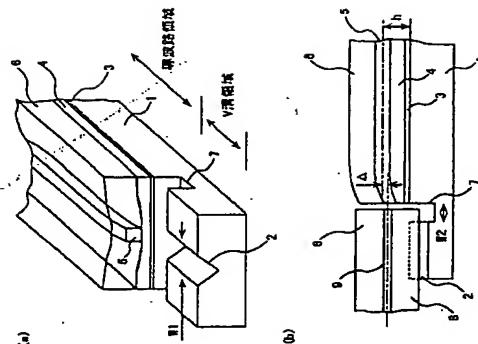
(54) 【発明の名称】 光導波路部材、その製造方法及び光モジュール

(57) 【要約】

【課題】 本願発明は、安価で、且つファイバと低損失な光結合が得られるファイバ/ポリマ界面V溝付ポリマ導波路基板を提供するものである。

【解決手段】 本願発明の代表的な形態は、シリコン基板上の一部に光導波路が形成され、該導波路のコアまたはクラッドがポリマから構成され、該導波路に光ファイバを位置決め固定するためのV形状の溝を該シリコン基板上に有し、該V溝と該導波路の境界に該V溝と垂直な方向に伸びる矩形状の溝を該シリコン基板に有し、該導波路を構成するコアまたはクラッドの膜厚が該境界近傍で他の部分よりも薄くなっており、該V溝にファイバを実装した時に、該ファイバのコアの中心の高さが該境界から十分に離れた位置の該導波路のコアの高さよりも低くかつファイバと導波路の間で高効率な光結合が得られる高さになるように、該V溝の形状が設定されていることを特徴とする光導波路部材である。

図 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.